

Über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur der diessjährigen Laven von Nea-Kammeni bei Santorin

von

Herrn Professor **Ferdinand Zirkel**

in Lemberg.

(Mit Tafel VIII.)

Durch die Güte des Herrn Geh. Bergraths Prof. NÖGGERATH erhielt ich zur Einsicht eine Suite von Laven, welche die Eruptionen im ägäischen Meer in der Bucht der Insel Santorin im verflossenen Frühling geliefert hatten, und welche derselbe den Herren JULIUS SCHMIDT und HERAKLES MITZOPULOS in Athen verdankt.

Von diesen habe ich durchsichtige oder sehr stark durchscheinende Dünnschliffe, ungefähr in der Grösse von $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Quadratzoll angefertigt, um dieselben einer mikroskopischen Untersuchung zu unterwerfen. Die Resultate dieser Beobachtungen, sowie die Vergleichung der Präparate mit anderen ähnlichen älteren Gebilden theile ich im Folgenden mit. Die mikroskopische Analyse dieser Gesteine schien desshalb nicht ohne Interesse, weil sie als unanfechtbare Laven ein natürliches Erstarrungsproduct darstellen, weil sie wegen ihrer grossen Jugend sich noch in dem Zustande befinden, den sie ursprünglich angenommen haben, und weil von ihnen bereits chemische Bauschanalysen und mineralogische Untersuchungen der ganzen Stücke angestellt wurden; letztere verdanken wir CARL v. HAUER und GUIDO STACHE (mitgetheilt in den Sitzungsber. der geol. Reichsanstalt vom 17. April und 15. Mai 1866.)

Die untersuchten Stücke stammen von den beiden Haupteruptionspuncten Georg I. und Aphroessa. Georg I. stieg bekanntlich im Anfang Februar d. J. südlich von Nea-Kammeni als Insel aus dem Meere empor, hat sich aber seither durch fortwährendes Wachsen und Heben damit vereinigt und bildet nun ein Vorgebirge jener grösseren Insel. Ganz ähnlich verhält es sich mit Aphroessa, welche am südwestlichen Ende von Nea-Kammeni (zwischen dieser Insel und Palaea-Kammeni) ebenfalls ursprünglich als isolirte Insel emportauchte (13. Febr.) und sich seit Mitte März mit Nea-Kammeni verbunden hat. Von der kleinen Insel Reka, welche am 10. März westlich von Aphroessa (gerade in der Verlängerung der Verbindungslinie von Georg I. und Aphroessa) dem Meere entstieg und sich gleichfalls mit dieser vereinigt hat, liegen keine Stücke vor; dagegen wurden solche eingesendet mit der Bezeichnung Mikra-Kammeni; es ist diess die 1573 hart an der Ostküste von Nea-Kammeni entstandene kleine Insel; da sich auf oder bei derselben in diesem Jahre keine vulcanischen Eruptionen gezeigt haben, so ist es wahrscheinlich, dass jene Gesteine Lavablöcke sind, welche auf diese Insel hinübergeschleudert wurden, zumal da sie ganz mit den Laven von Georg I. und Aphroessa übereinstimmen. J. SCHMIDT berichtet, dass in dem engen Sunde zwischen Nea- und Mikra-Kammeni ein Lastschiff durch solche glühende Projectile entzündet worden sey; dieselben wurden bis zu Entfernungen von 3000 Mr. fortgeschleudert.

Die Gesteine von Georg I. sind zum Theil compacte pechsteinähnliche Gebilde von dunkelbräunlichschwarzer Farbe mit einem Stich in's Grünliche, mit schönem Wachs- oder Fettglanz und muscheligen Bruch; in ihrer Masse, welche dem blossen Auge und der Loupe ganz homogen erscheint, liegen weisse oder schwachgelbliche Krystalle von Feldspath, bis zu 5 Mm. lang, die sich mitunter auf dem Bruch als deutliche Karlsbader Zwillinge erweisen. Die Gesteine haben aber nur das Aussehen der Trachyt-Pechsteine, theilen nicht deren Zusammensetzung, denn nach den Analysen C. v. HAUER's ergaben sie nur einen spurenhafteu Glühverlust.

Anderer Stücke von Georg I. besitzen eine Masse von ähnlicher tief braunschwarzer Farbe, demselben ausgezeichneten Pechstein-

glanz und derselben scheinbar homogenen Beschaffenheit, allein theils ist sie von sehr feinen Hohlräumen durchlöchert, welche auf der Bruchfläche wie Nadelstiche erscheinen und im Innern deutlich verschlackt sind, theils enthält sie grössere Hohlräume oft von Erbsengrösse aber auch bis zur Grösse einer Wallnuss, welche, wie es scheint, sich vorzugsweise nach der Aussenseite der Blöcke zu finden. Diese Hohlräume sind von der allerunregelmässigsten Gestalt, indem ihre Wandungen aus einer zackigen Schlackenmasse bestehen, welche selbst förmlich moosähnlich in feine Spitzen auslaufende Verästelungen in den Hohlraum hineintreibt; die Innenwände der Hohlräume sind dabei gewöhnlich etwas lichter als die eigentliche pechsteinähnliche Masse und haben eine dunkelbraunrothe Farbe; bisweilen sind es selbst kurze himssteinähnliche Fäden, welche in den Hohlraum hineinragen.

Innerhalb der feinporösen Masse liegen nun in nicht sehr grosser Anzahl durchscheinende weisse oder etwas röthlichweiss gefärbte schmale Feldspathkrystalle, von denen die längsten bis zu 3 Mm. lang sind; sie zeigen die charakteristische, glasige und dabei rissige Beschaffenheit; ob dieselben alle Sanidin oder zum Theil trikliner Feldspath (in diesem Falle wohl Kalknatron-Feldspath, Oligoklas) sind, ist bei ihrer Kleinheit und Rissigkeit gewöhnlich schwer zu entscheiden, da durch letztere die Zwillingstreifung oft verundeutlicht wird; hier und da glaubt man aber doch die Zwillingstreifung zu erkennen; bei einem $2\frac{1}{2}$ Mm. langen Krystall in der Aphroessa-Lava ist sie sogar ganz deutlich zu gewahren.

Höchst spärliche und kleine, grüne, glasige Körnchen, welche man meist neben den Feldspathen liegend in der feinporösen Masse erblickt, sind mit grösster Sicherheit Olivin. Andere eingewachsene Krystalle beobachtet man in den vorliegenden Stücken nicht. Die Gesteine von Aphroessa, sowie diejenigen, welche auf Mikra-Kammeni gesammelt wurden, sind diesen von Georg I. im Äusseren ganz ähnlich. Ob diese Handstücke alle Typen der neuen Laven darstellen, ist mir nicht bekannt; die kurze mineralogische Beschreibung, welche Fouqué, und die längere, welche STACHE von ihnen gab, passt allerdings vollständig auf das mir zu Gebote stehende Material, doch gedenkt neuerdings K. v. SZÉ-

BACH auch phonolithähnlicher Gebilde. STACHE erwähnt, dass die ausgeschiedenen Mineralien, Feldspath, Olivin (auch glänzende Magneteisenkryställchen) vorzugsweise die kleinen zelligen Hohlräume erfüllen.

Im Allgemeinen lassen sich alle diese Gebilde als deutliche Entglasungs-Producte bezeichnen, wenn auch die Grundmasse selbst im Grossen keinerlei Spur einer krystallinischen Beschaffenheit an sich trägt, sondern sich dem blossen Auge und der Loupe als vollständig homogen darstellt.

Bei einer geringen Vergrösserung des Dünnschliffs kommt ausser den grösseren Feldspathkrystallen, welche man auch mit freiem Auge gewahrte, noch eine Anzahl von kleineren derselben zum Vorschein, die man vordem in dem ganzen Stück nicht beobachtet hatte, da sie, allzu winzig, nicht deutlich aus der braunschwarzen, pechsteinähnlichen Masse hervortreten konnten; sie bilden eine fast wasserhelle und durchsichtige Masse mit der charakteristischen Feldspath-Umgrenzung. Umgeben sind sie von einer bald bräunlich, bald dunkelgrau gefärbten Substanz, welche bei einer Vergrösserung von 100 noch ziemlich homogen erscheint. Wendet man eine solche von ungefähr 200 an, so sieht man schon mit Sicherheit, dass diese Grundmasse halbkrySTALLINISCH ist, jedoch erst bei 300 vermag man deutlich deren eigentliche Zusammensetzung zu erkennen. Man erblickt eine Glasmasse, in welcher, nach allen Richtungen zerstreut, feine, dünne und gewöhnlich kurze Krystallnadelchen in ungeheurer Menge umherliegen; nun treten bei noch stärkerer Vergrösserung diese Krystallstacheln immer besser innerhalb der braunen oder grauen Glasmasse hervor, allein man beobachtet zugleich mit Gewissheit, dass im vorliegenden Falle die Auflösung der ursprünglich homogen erscheinenden Masse schon ein Ende hat, und dass, wenn man auch noch weiter gehende Vergrösserung anwendete, sich doch nicht mehr Krystalle aus dem Glas entwickeln würden. Bei 750 ist das mikroskopische Bild ein überaus schönes und deutliches; Fig. 1 und 2 versuchen eine Vorstellung von dieser Structur zu geben.

Eine grosse Menge von kleinen schwarzen Körnern, welche selbst bei sehr beträchtlicher Dünne nicht durchscheinend sind, und von denen die grösseren im auffallenden Licht stellenweise

schönen Metallglanz darbieten, zeigt sich in allen Schliffen; sie können für nichts anderes als für Magneteisen gehalten werden, dessen Gegenwart in diesen Laven auch durch C. v. HAUER chemisch nachgewiesen wurde.

Die unauflösbare Glasmasse, die eigentliche Grundmasse dieser Gesteine ist, wie erwähnt, verschiedenartig gefärbt, vorzugsweise lichtgrau und lichtbraun; einige Stücke von Georg I. weisen die erstere (Fig. 1), die meisten anderen die letztere Farbe auf (Fig. 2), die von Aphroessa sind hauptsächlich grau, sehr schön braun ist die Glasgrundmasse der pechsteinähnlichen Lava von Mikra-Kammeni. In dünnen Schliffen erreicht sie einen hohen Grad von Pellucidität. Die darin eingebetteten Krystallnadeln sind bald kurz und schmal, bald länger, ihr Durchschnitt stellt zwei parallele Linien dar, die an beiden Enden mit einander verbunden sind; manche derselben sind so schmal, dass ihre beiden Ränder bei einer Vergrösserung von 750 in einen einzigen haarförmigen Strich zusammenzufallen scheinen. Ein Dünnschliff von der Aphroessa-Lava war derjenige, in welchem diese Krystallnadeln ihre grösste Feinheit erreichten. Die Endigung der Krystalle scheint sehr häufig ganz unregelmässig zu seyn, rundlich, in eine Spitze ausgezogen, mit verschiedenen schiefer Winkel oder rechtwinkelig abgestutzt, selbst keulenförmig verdickt; mitunter beobachtet man aber auch, zumal an den grösseren, eine deutlich klinobasische Endigung (Fig. 3). In diesen Laven liegen die Krystallstacheln gewöhnlich ohne jedweden Parallelismus in der wildesten Unordnung und in richtungslosem Gewirre umhergesät; ein Dünnschliff von Georg I. zeigte aber durchgehends eine dem strahlenförmigen genäherte, mitunter selbst dem blumig-blätterigen ähnliche Gruppierung der Nadeln, gerade wie sie sich so häufig in künstlichen entglasten Schlacken zu erkennen gibt, und wie sie das sog. Réaumur'sche Porcellan im Grossen aufweist. Eine fernere Ausnahme bot die dicht pechsteinähnliche, nicht poröse Varietät der Lava von Georg I. dar, indem darin nur einige Feldspathkrystalle die alsdann besonders dicht gehäuften Nadeln einen rohen Parallelismus mit den Durchschnittsrändern derselben aufwiesen. In der ganz ähnlich aussehenden Glasmasse mancher Pechsteine, z. B. isländischer (ausgezeichnet schön in denen von der Baula und vom Hammerfjord),

sind die dünnen Stacheln stellenweise streng parallel angeordnet und innerhalb des Glases zu dicken Garben und Strängen angehäuft, es ziehen sich gleichsam Krystallströme durch jene hindurch.

In den Nea-Kammeni-Laven ist die Menge dieser in dem Glase ausgeschiedenen Kryställchen selbst in einem und demselben Dünnschliff keine sich gleichbleibende: hier sind ihrer verhältnissmässig nur wenige, dort ist die Glasmasse so massenhaft mit ihnen gespickt, dass sie fast kaum zwischen ihnen zum Vorschein kommt. Im Allgemeinen sind indessen diese Laven viel mehr entglast als die isländischen, sonst im Äussern ähnlicher dem Pechsteine.

Die feinen Krystallnadeln sind eigentlich wasserhell und durchsichtig, was man besonders deutlich an den vorzugsweise dünnen Rändern des Schliffes und dann bemerkt, wenn sie in grösseren Feldspathen eingewachsen sind, weil aber gewöhnlich gefärbte Glasmasse dieselben verschleiert oder als Untergrund für dieselben dient, so scheinen sie die Farbe zu besitzen, welche jener eigenthümlich ist. In jenen Laven, deren Glasgrundmasse lichtgrau gefärbt ist (einige von Georg I.), scheinen durchschnittlich mehr dieser Stacheln ausgeschieden zu seyn, als in den braunen; es ist dieser Unterschied aber nur scheinbar, denn da das Plättchen nie so dünn schleifbar ist, um nur eine Lage solcher Kryställchen zu zeigen, schimmern die unten liegenden derselben durch das lichtgraue Glas weit besser durch als durch das braune und man übersieht so mit einem Blick in jenem eine viel grössere Anzahl als in diesem; beim Drehen der Mikrometerschraube, wodurch auch die unteren Theile des Schliffes mit ihren Krystallen zum Vorschein kommen, offenbart sich, dass das braune Glas durchschnittlich nicht weniger enthält. Zudem stechen auch die farblosen Kryställchen weit besser gegen das braune als gegen das graue Glas ab, z. B. sehr schön in der von Mikra-Kammeni herrührenden Lava.

In einem Dünnschliff von Georg I. und zweien von Aphroessa beobachtet man neben den vorwiegenden gewöhnlichen farblosen Nadeln andere, spärlichere, ganz ebenso gestaltete und angeordnete, ebenso lange und schmale, aber tief braungelb gefärbte Krystallnadeln, welche bei grösserer Dicke ganz braunschwarz

aussehen und deutlicher noch als die farblosen gegen das umgebende lichtbraune Glas abstechen. Sie erscheinen vorzugsweise in der Masse, welche die Wände der etwa stecknadelkopf- oder erbsengrossen Blasenräume bildet, wovon diese Laven durchzogen sind. Diese Blasenwände erweisen sich übrigens unter dem Mikroskop ganz so beschaffen, wie die eigentliche innere Masse, namentlich sieht man z. B. in einem Schliff der von Mikrakammeni herrührenden Lava, bei welcher die Contouren der Blasenräume trefflich erhalten sind, dass die die Wände bildende Substanz nicht, wie man wohl glauben könnte, weniger entglast ist als die Innenmasse. Auch die fein moosförmigen Schlacken, welche in das Innere der Hohlräume hineinragen, besitzen ganz dieselbe mikroskopische Textur, wie die Gesteinsmasse selbst, aus welcher sie sich abzweigen.

Die in der theilweise entglasten Grundmasse liegenden Feldspathkrystalle erlangen, wie erwähnt, in dem Dünnschliff einen hohen Grad von Pellucidität und treten darin in viel grösserer Menge hervor, als bei Betrachtung der ganzen Stücke. Sie stellen sich meistens als lange und wenig breite Leisten dar und sehr häufig zeigt sich ihre deutlich klinobasische Endigung. Die Begrenzung zwischen den Feldspathkrystallen und der umgebenden Glasmasse mit ihren Krystallnadelchen ist gewöhnlich scharf und deutlich; bisweilen aber, wenn der Schnitt gerade so geführt ist, dass der Feldspathkrystall unter der halbkrySTALLINISCHEN Glasmasse hervorkommt, findet eine scheinbare Verwaschung der Grenzen statt (Fig. 4). Mitunter ist der Zwischenraum zwischen zwei ausgeschiedenen grösseren Feldspathkrystallen überaus schmal; so wurden z. B. zwei Feldspathkrystalle beobachtet, die nur durch eine 0,03 Mm. dicke, mit kleinen Krystallnadelchen erfüllte Glaswand von einander getrennt waren.

Was die Natur der Feldspathkrystalle anbelangt, so scheinen dieselben vorzugsweise Sanidin zu seyn; nur dann und wann erblickte ich in den Dünnschliffen derselben eine verschwommene Streifung, niemals aber jene charakteristische Zusammensetzung aus schmalen Lamellen, welche sonst die triklinen Feldspathe auszeichnet, und welche z. B. bei den Oligoklasen der Granite, bei den Labradoren der Basalte und basaltischen Laven in zahlreichen von mir angefertigten Präparaten gewöhnlich so sehr deutlich

und prägnant hervortritt. Es ist, um diese Erscheinung zu erzeugen, nur nothwendig, dass die Schliffebene mit der Längsfläche M der polysynthetischen Krystalle irgend einen Winkel bildet.

Im polarisirten Licht zeigt bei parallelen Schwingungsebenen der Nicols die Glasgrundmasse als einfach brechende Substanz dieselbe Farblosigkeit, lichtgraue, lichtbraune Farbe, wie im gewöhnlichen Licht, gerade so wie das Glas des Objectträgers; die Feldspathe und die grösseren Krystallnadelchen, welche nicht durch Glasmasse verschleiert sind, erscheinen dann als doppelt brechende Körper verschieden gefärbt als im gewöhnlichen Licht und zwar mit unter einander abweichenden Farben. Bei gekreuzten Nicols ist die Glasmasse dunkel, die Feldspathkrystalle und jene grösseren Kryställchen besitzen verschiedene Farben und zwar die complementären wie bei parallelen Nicols.

In der Masse der grösseren Feldspathkrystalle, welche im Dünnschliff fast ganz wasserklar erscheint, liegen nun allerlei fremde Körper, deren nähere Untersuchung nicht ohne Interesse ist.

Man gewahrt darin dünne und schmale, bald kurz-stachelförmige, bald lang-nadelförmige Krystalle von sehr pellucider Beschaffenheit und ganz scharf gezogenen linienartigen Rändern, welche offenbar mit denjenigen, die sich aus dem umgebenden Glas ausgeschieden haben, identisch sind (vgl. Fig. 4 und 5). Die längsten dieser Nadeln innerhalb eines Feldspaths in der Lava von Georg I. besaßen 0,12 Mm. Länge und 0,02 Mm. Breite; manche davon sind nur 0,001 Mm. lang. Bei weitem seltener ragen sie aus der Glasgrundmasse in die Feldspathmasse hinein, gewöhnlich sind sie ganz vom Feldspath umhüllt, in welchen sie nach den verschiedensten Richtungen eingewachsen sind, gegen die Schliffebene senkrecht stehend, horizontal liegend, nach allen Directionen geneigt. Beim Heraufschrauben des Schliffs gewahrt man, wie die gegen den Beschauer unter irgend einem Winkel geneigten sich allmählich bis zu ihrem unteren Ende gewissermassen herausheben. Namentlich wenn man polarisirtes Licht anwendet, grenzen sich diese nadelförmigen Krystalle als verschiedene Substanz sehr ausgezeichnet gegen die umgebende Feldspathmasse ab.

Diese spiessigen Krystallnadeln innerhalb der Feldspathe der Laven haben in Form, Farbe, Ansehen der Substanz und Art des Vorkommens die allergrösste Ähnlichkeit mit jenen, welche ich früher in den ebenfalls wasserklar werdenden Quarzen der Granite verschiedenster Fundorte, in den Feldspathen und Quarzen der Felsitporphyre und Quarztrachyte nachgewiesen habe (Sitzungsber. d. Wien. Acad. XLVII, 1863, 233 ff.); seitdem habe ich sie noch in zahlreichen anderen Vorkommnissen aufgefunden. Es ist zwischen allen diesen in verschiedenen Gemengtheilen verschiedener Gesteine eingeschlossenen Nadeln auch nicht der mindeste Unterschied erkennbar; ob daraus für die Gemeinsamkeit der Entstehung derselben ein Grund abgeleitet werden kann, möge vor derhand noch dahingestellt bleiben.

In der Masse der grösseren Feldspathkrystalle liegen nun ferner in weiter Verbreitung isolirte mikroskopische Theile der umgebenden Glasmasse, ja es gibt nur wenige solcher Krystalle, die sich von diesen Einschlüssen (Glasporen) frei erweisen. Diese Partikel sind Antheile des Schmelzflusses, aus welchem sich der Feldspath ausschied; sie wurden von dem sich bildenden Krystall in seine Masse eingeschlossen, gerade wie Kochsalz- oder Alaunkrystalle, welche aus einer Lösung herauswachsen, Theile dieser Flüssigkeit (Wasserporen) einhüllen. Davon dass die Glaseinschlüsse wirklich rings von Feldspath umgeben sind, kann man sich durch Herauf- oder Herunterrücken des Dünnschliffs mittelst der Mikrometerschraube zur Genüge überzeugen. Von vielen Dünnschliffpräparaten hyaliner Gesteine, die ich angefertigt, enthalten gerade die Feldspathe dieser recen-ten Laven die meisten und unzweifelhaftesten Glaseinschlüsse.

Die Glaseinschlüsse (vgl. Fig. 4 und 5) stellen weitaus am häufigsten Partikel von einer dem Eirunden genäherten Umgrenzung, mitunter aber auch eckige und kantige, splitterförmige, keilförmige Massen dar. Ihre Farbe stimmt stets mit derjenigen des den Feldspathkrystall umgebenden Glases überein: wo diese Glasgrundmasse grau ist, da sind auch die mikroskopischen Glaseinschlüsse im Feldspath grau (Aphroessa, Georg I.), wo jene braun ist, da sind auch diese allemal braun gefärbt (Georg I.). Da im Moment ihrer Einhüllung diese Partikel geschmolzene Massen waren, so unterlagen sie bei ihrer Erstarrung innerhalb

des Feldspathkrystalls einer Contraction und sie weisen daher gewöhnlich ein kreisrundes Bläschen innerhalb ihrer Masse auf (vgl. Fig. 6); die eirunden Glaspartikel mit ihrem kreisrunden Bläschen, welches meistens an einem Ende sitzt, sind sehr charakteristische Gebilde und in diesen Laven mit seltener Schönheit und Deutlichkeit wahrzunehmen. Gar manchmal auch beobachtet man zwei oder mehrere Bläschen (Fig. 9), oder das Bläschen ist nicht ganz kreisrund, sondern etwas elliptisch, birnförmig oder auch sackartig gekrümmt (Fig. 8). Eine andere, weniger häufig vorkommende Erscheinung ist es, dass anstatt der Ausbildung grösserer Bläschen der ganze Glaseinschluss feinporös geworden und von den winzigsten Hohlräumen erfüllt ist, welche selbst bei einer Vergrösserung von 750 nur wie die feinsten, schwarzen, runden Pünctchen im Glase aussehen (Fig. 11).

Die Glaseinschlüsse unterscheiden sich im polarisirten Licht ausserordentlich deutlich von der umgebenden Masse der Feldspathkrystalle; bei einer jeden beliebigen Stellung der Nicols erhalten sie stets dieselbe Farbe, wie die den Feldspath umsäumende Glasmasse, der Feldspath selbst mag eine Farbe annehmen, welche er will; das Bläschen bleibt immer dunkelschwarz umrandet. Namentlich schön ist das mikroskopische Bild, wenn z. B. in dem von dunkelbraunem Glas umgebenen, prachtvoll blauen Feldspath braune Einschlüsse mit schwarzen Bläschen erscheinen.

Die grössten dieser mikroskopischen Glaseinschlüsse von unregelmässiger Gestalt messen bis zu 0,05 Mm. im längsten Durchmesser; in solchen, welche eiförmig gestaltet und deutlich umrandet, z. B. 0,004 Mm. lang, 0,002 Mm. breit sind, kann man noch ganz vortrefflich ein weniger als 0,001 Mm. im Durchmesser haltendes Bläschen erkennen. Einige andere Messungen von Dimensionen der eiförmigen Einschlüsse sind:

Länge Mm	Breite Mm.	Durchmesser d. Bläschens Mm.
0,0085	0,075	0,0034
0,0102	0,004	0,002
0,015	0,006	0,0041

Die Längsaxe der sehr lang gestreckten und schmalen isolirten Glaseinschlüsse ist sehr häufig parallel mit dem Rand der Feldspathkrystall-Durchschnitte. Mitunter liegt auch eine Anzahl

derselben in einer geraden Reihe hintereinander und ihre Längsaxen fallen alle in dieselbe Linie; so sah ich in einem Feldspathkrystall von Georg I. fünf höchst winzige, isolirte Glaseier alle mit erkennbarem Bläschen regelmässig hintereinander liegen.

In manchen Feldspathen ist die Anzahl der Glaseinschlüsse eine recht beträchtliche. Es kommt mitunter vor, dass man in der das Gesichtsfeld des Mikroskops ausfüllenden Masse eines Feldspaths 30—40 derselben beobachtet, von denen jeder mit einem, auch mit mehreren Bläschen versehen ist; und alle diese sind nur in einer einzigen Schliffebene gelegen, beim Drehen der Mikrometerschraube heben sich die von der unteren Masse des Feldspaths beherbergten Glaseinschlüsse mit ihren natürlicherweise unbestimmten und verschwommenen Umrissen in grosser Menge heraus. In einem isländischen Pechstein fand sich ein Feldspathkrystall, 0,07 Mm. lang, 0,034 Mm. breit, welcher in der Schliffebene 14 winzige Glaseinschlüsse erkennen liess.

Wie die eigentliche Grundmasse der Laven zum Theil entglast ist, so hat sich derselbe Process auch in manchen der mikroskopisch kleinen Glaseinschlüsse innerhalb der Feldspathkrystalle wiederholt: es haben sich mitunter schmale nadelförmige Krystalle von ausserordentlicher Kleinheit und ganz derselben Beschaffenheit, wie sie in der Glasgrundmasse selbst liegen, darin ausgeschieden (Fig. 10). Solche halbkrySTALLINISCH oder fast steinig gewordene Einschlüsse lassen gewöhnlich kein Bläschen erkennen, haben sich aber nur wenige Krystallnadeln innerhalb des Glases gebildet, so kann das Bläschen dennoch entstanden seyn. Ein ausgezeichnetes Beispiel dieser Art gewährte ich kürzlich in Feldspathkrystallen von zwei Pechstein-Dünnschliffen von der Insel Arran (Schottland) und vom Hammerfjord auf Island; wenige Krystalle hatten sich in diesen, mit einem oder zwei Bläschen versehenen Glaspartikeln ausgeschieden, und zwar theils am äusseren Rande derselben aufsitzend und sich nach verschiedenen Richtungen in das Innere derselben erstreckend, theils sternförmig um das Bläschen gruppiert. In den Feldspathen der Neakammeni-Laven wurde dieser Fall einmal bei einem Schliff von Georg I. beobachtet.

Wird ein Glaseinschluss steinig, so findet sich die krystallinische Masse vorzugsweise im Innern angesammelt. Ein aus-

gezeichneter dieser Art bot sich in einem Feldspath einer Lava von Apharessa dar; der Einschluss war schwach eiförmig, 0,04 Mm. lang, 0,03 Mm. breit und im Innern verworren krystallinisch. Wenn schon im gewöhnlichen Licht der hellgelbe Glaseinschluss mit seinem dunkeln Steinkern sehr deutlich mit scharfem Umriss gegen den umhüllenden farblosen Feldspath abstach, so sonderte das polarisirte Licht erst recht vortrefflich sowohl den krystallinischen Kern von dem umgebenden Glas des Einschlusses, als dieses von der umgebenden Masse des Feldspathkrystals, als diese von der theilweise entglasten Grundmasse, in welcher er eingewachsen war. Bei einer solchen Stellung der Nicols, dass der Feldspath braun erschien, zeigte sich das Glas bläulichgrau gefärbt, der krystallinische Kern undurchsichtig schwarz. Auch die Feldspathe in Laven von Georg I. enthalten solche, im Centrum steinig gewordenen Glaseinschlüsse.

Es wurde oben darauf hingewiesen, dass diese Glaseinschlüsse ihrer Entstehung nach vollständig analog sind mit jenen Flüssigkeitseinschlüssen (Wasserporen), welche ein aus wässriger Lösung wachsender Krystall enthält. Auch in ihrer äusseren Erscheinung sind sie mitunter recht ähnlich; namentlich wenn die Masse lichtgrau gefärbt oder weisslich, nicht krystallinisch geworden und nur ein Bläschen vorhanden ist, kann man die Glaseinschlüsse einzeln oft nur schwer von den ebenfalls Bläschen enthaltenden Flüssigkeitseinschlüssen unterscheiden, welche mein hochverehrter Freund HENRY CLIFTON SORBY zuerst in umfassbarer Menge und mikroskopischer Kleinheit in den Quarzen von Graniten nachgewiesen hat, und welche ich seitdem in den Quarzen einer überaus grossen Menge von Graniten, Felsitporphyren und Quarztrachyten der verschiedensten Fundorte wiedergefunden habe. Es gibt aber eine Anzahl von Merkmalen, welche einerseits die unzweifelhafte Unterscheidung zwischen glasigen und wässrigen Einschlüssen vermitteln und andererseits zur näheren Feststellung der Natur der ersteren beitragen. In sehr vielen Wassereinschlüssen bewegt sich das Bläschen hin und her, zumal in den kleineren, wo es keine so grosse Adhäsion an den Wandungen zu überwinden gibt. Ich habe Dünnschliffe granitischer Quarze aus Cornwall angefertigt, welche neben bedeutend grösseren kleine Flüssigkeitseinschlüsse von 0,0032 Mm. Durch-

messer enthalten, in denen ein 0,0009 Mm. Durchmesser grosses Bläschen mit bedeutender Schnelligkeit sich fortwährend von einer Stelle zur andern bewegt. Vor mir liegt ein Dünnschliff des sehr quarzreichen Granits, welchen ich im vorigen Jahre in der Schlucht des Gave de Marcadau oberhalb Cauterets in den Hochpyrenäen schlug; in der gänzlich das Gesichtsfeld füllenden klaren Quarzmasse findet sich eine ganz unzählige Menge von Flüssigkeitseinschlüssen und in allen tanzt das Bläschen wie ein belebtes Wesen mit rastloser Unruhe umher. Dazu ist nicht ein Rütteln oder Neigen des Präparats erforderlich, sondern das unfehlbare Zittern des Mikroskopirtisches reicht hin, diese unablässige Bewegung hervorzurufen; vielleicht ist es aber auch eine Erscheinung, welche sich der sog. Molecular-Bewegung anschliesst *. Offenbar ist es, dass dagegen in den Glaseinschlüssen das Bläschen sich nie bewegt, sondern stets fixirt ist. Vergleicht man ferner die Contouren der Bläschen in beiden Arten von Einschlüssen, z. B. in den Flüssigkeitseinschlüssen in granitischen Quarzen und in den Glaseinschlüssen, in Lavafeldspathen von Georg I., so gewahrt man, dass der Aussenrand bei ersteren einen schmalen Kreis darstellt und in der Mitte des Bläschens ein verhältnissmässig grosser lichter Raum erscheint, dass dagegen der Aussenrand der letzteren ausserordentlich breit und schwarz ist. Der Rand um das Bläschen rührt von der Refraction des durchfallenden Lichtes her und variirt nach dem Brechungsindex der Substanz. Da nun die Brechung der Glasmasse eine beträchtlich grössere ist, als die wässriger Solutionen, so ist die dunkle Zone des Bläschens im Glaseinschluss bedeutend breiter, als die desjenigen im Wassereinschluss und der lichte Centralpunct des Bläschens im letzteren fast doppelt so gross als bei den Glaseinschlüssen. Fig. 6 ist ein Glaseinschluss aus einem Feldspath von Georg I., Fig. 7 ein Flüssigkeitseinschluss aus einem Granitquarz, beide mit abweichend aussehenden Bläschen.

Während die Contraction des eingehüllten Glasflusspartikels in gar manchen Fällen mehrere deutlich von einander unter-

* Herr Dr. MoNA, welcher nach S. 176 seiner „Geschichte der Erde“ die Beweglichkeit der Bläschen in den mikroskopischen Wassereinschlüssen bezweifelt, hat sich durch den Augenschein an meinen Präparaten nunmehr davon überzeugt.

scheidbare Bläschen hervorgerufen hat, kann die in den Krystallen eingeschlossene Flüssigkeit stets und allemal nur ein Bläschen enthalten; Einschlüsse mit mehreren Bläschen sind daher immer Glas. Gleichfalls ist die oben erwähnte, mitunter vorkommende, unregelmässige Gestaltung des Bläschens der Glaseinschlüsse (Fig. 8) charakteristisch, indem diejenigen der Flüssigkeits-Einschlüsse natürlich stets kugelrund sind.

Auch noch andere Erscheinungen vermögen die Natur der Glaseinschlüsse in diesen Laven gegenüber den Wassereinschlüssen in anderen Gesteinen, welchen sie mitunter recht ähnlich sehen, in das rechte Licht zu setzen. Ein Dünnschliff der Lava von Georg I. zeigte z. B. am Rande einen Feldspathkrystall, welcher nur zur Hälfte vorhanden, zur Hälfte abgebrochen war; der Bruch war gerade durch einen Glaseinschluss hindurchgegangen, so dass von diesem auch nur ein Theil vorhanden war und darin befand sich ein Bläschen. Nur eine feste Substanz kann sich unter solchen Umständen im Feldspath erhalten und ihr Bläschen bewahren; hätte die Zerbrechung des Feldspaths einen darin liegenden Wassereinschluss getroffen, so wäre derselbe natürlicherweise sammt seinem Bläschen ausgeronnen.

Die mikroskopischen Glaseinschlüsse in den Feldspathen der Nea-Kämmeni-Lava sind nach ihrer Entstehungsweise vollkommen analog mit den bald eckig, bald rundlich gestalteten mikroskopischen Einschlüssen von Grundmasse in den Feldspathen und Quarzen der Felsitporphyre, Quarztrachyte, Quarzandesite u. a. Gesteine. Man findet, wie ich mich an zahlreichen Dünnschliffen von den verschiedensten Fundpunkten überzeugt habe, selten einen solchen Krystall, welcher keine derartigen Einschlüsse (Steinporen) enthalte; mitunter sind sie stecknadelkopfgross und man sieht sie mit freiem Auge, stets aber sind sie in einem Dünnschliff weitaus besser erkennbar, als bei einer Betrachtung der ganzen Stücke. Bekannt ist dieselbe Erscheinung in grossem Massstabe an den Orthoklaskrystallen der porphyrtigen Granite, an den Leucitkrystallen der Leucitophyre; MACCULLOCH, sowie v. DECHEN und v. OBYNHAUSEN sahen Kerne von Pechstein in den Feldspathen des Pechsteins von der schottischen Insel Arran,

Obschon man nur zwei Dimensionen der mikroskopischen

Glaseinschlüsse mit Gewissheit zu erkennen vermag, so glaubt man doch, was auch von vornherein wahrscheinlich ist, zu beobachten, dass in einem und demselben Dünnschliff stets die Grösse des Bläschens und die Grösse des Glaseinschlusses in einem bestimmten Verhältniss stehen.

Neben den isolirten Glaseinschlüssen gewahrt man auch in den Feldspathen dieser Laven die Erscheinung, dass aus der umgebenden, zum Theil entglasten Masse unregelmässig sich verästelnde, bald breitere, bald schmalere Adern von Glassubstanz sich in dieselbe hinein verzweigen, welche sich mitunter nach der Mitte zu erstrecken (Fig. 5). Wenn ein solcher Glasarm von unten emporkommt und rechtwinkelig von der Ebene des Dünnschliffs durchschnitten wird, so meint man oft auf den ersten Blick einen isolirten Glaseinschluss vor sich zu haben; dreht man aber vermittelst der Mikrometerschraube langsam das Präparat empor, so erkennt man gewöhnlich deutlich, wie er nach unten zu mit dem den klaren Feldspath umgebenden Glas zusammenhängt.

V. DECHEN und v. OEYNAUSEN führen in ihrer trefflichen Beschreibung der Insel Arran (KARSTEN'S Archiv I, 1829, 316) aus den dortigen Pechsteinen Feldspathkrystalle an, welche aus abwechselnden Schichten von Feldspath und Pechstein zusammengesetzt sind. Dieselbe Erscheinung sah man auch, wenigstens zum Theil, in mikroskopischer Ausbildung in unsern Lavafeldspathen; der rechteckige Durchschnitt derselben zeigte ein paar Mal, dass parallel zwei rechtwinkelig auf einander stossenden Rändern ganz dünne Glasschichten die Krystallmasse unterbrachen.

Aus allen diesen angedeuteten Verhältnissen ergibt sich nun mit der grössten Bestimmtheit, dass die Feldspathkrystalle aus dem Schmelzfluss ausgeschieden sind und dass der letztere noch vollkommen plastisch gewesen ist, als die Feldspathkrystalle in der Bildung begriffen waren. Die Mikrostruktur dieser Feldspathe mit ihren Einschlüssen und Ramificationen von Glas und mit denselben nadelförmigen Krystallen, wie sie das benachbarte Glas enthält, widerspricht vollkommen der von manchen Forschern festgehaltenen Ansicht, dass solche halbglasige Gesteine umgeschmolzene praeeexistirende krystallinische Massen, und dass die porphyrtigen Feldspathkrystalle Reste der ursprünglichen seyen,

welche vor der Einschmelzung bewahrt geblieben. Bei dieser Annahme ist durchaus nicht einzusehen, auf welche Weise die isolirten Glasmassen von Feldspath umhüllt werden, die Glasadern sich in seine Masse hinein verzweigen konnten, abgesehen davon, dass bei einem solchen Process die Kanten und Flächen der mikroskopischen Krystalle niemals in der Schärfe sich hätten conserviren können, welche sie jetzt darbieten.

Flüssigkeits-Einschlüsse habe ich in den Feldspathen der Nea-Kammeni-Laven nicht aufgefunden; dagegen bemerkt man hier und da in ziemlicher Anzahl kleine runde Poren, welche offenbar leer sind und höchst wahrscheinlich durch Gase gebildet wurden.

Ausser den Feldspathkrystallen, deren Einschlüsse im Vorhergehenden ausführlich besprochen wurden, sind nun, wie Eingangs erwähnt, in der zum Theil krystallinisch gewordenen Glasgrundmasse dieser Laven Magneteisenkörner in grosser Menge zu beobachten. Diese schwarzen, gewöhnlich unregelmässig gestalteten Körner sind ohne Ordnung und durchgehends ziemlich gleichmässig durch die Masse vertheilt, indem sie sowohl in dem krystallfreien Glas, als in den zum grossen Theil entglasten Stellen, sich zwischen den Krystallnadelchen lagernd, erscheinen. Das grösste dieser Magneteisenkörner, deren Gegenwart man weder mit blossem Auge noch mit der Loupe bei Betrachtung der ganzen vorliegenden Stücke gewahrt, und welche erst in einem Dünnschliff hervortreten, mass in der Lava von Georg I. 0,102 Mm. im grössten Durchmesser; die kleinsten erscheinen selbst bei 750maliger Vergrösserung nur wie die feinsten, schwarzen, nadelstichgrossen Pünctchen von weniger als 0,001 Mm. Durchmesser. Dass hier das Magneteisen sich aus der geschmolzenen Masse ausgeschieden hat, daran kann gar kein Zweifel obwalten, wenn auch bis jetzt noch kein Beispiel vorliegt, dass es der chemischen Kunst gelungen wäre, einen Schmelzfluss zu einem Gemenge eines Silicats mit Magneteisen erstarren zu lassen. Derjenige scheint noch erst in den Vorhallen der Wissenschaft zu stehen, welcher noch nicht zu der Überzeugung gelangt ist, dass die Natur im Grossen, unter ganz anderen Bedingungen und Verhältnissen arbeitend, auch ganz andere Pro-

ducte zu erzeugen und ganz andere Mineral-Associationen herbeizuführen vermag, als der Chemiker in seinem Laboratorium.

Magneteisenkörner innerhalb der Feldspathkrystalle wurden in diesen Nea-Kammeni-Laven nicht beobachtet.

Ferner gewahrt man in der entglasten Grundmasse neben den Feldspathkrystallen und Magneteisenkörnern gelblichgrüne, sehr stark durchscheinende, glasartige, ebenfalls mikroskopische Krystalle, deren Formausbildung deutlich auf ein rhombisches System verweist, und welche ohne Zweifel Olivin sind. Oben wurde erwähnt, dass man auch mit blossem Auge in den Handstücken winzige Olivinkörnchen erkennt, mit Hülfe des Mikroskops aber wird es klar, dass dieses Mineral in viel grösserer Menge und zwar stets in krystallinischem Zustande in diesen Laven vertheilt ist. Die gelblichgrünen Olivine sind von den Feldspathen nicht nur durch ihre Gestalt, sondern auch durch ihre Farbe auf den ersten Blick in dem Dünnschliff zu unterscheiden. Sie sind immer sehr scharf gegen die umgebende, theilweise entglaste Masse abgegrenzt, schärfer als es bei dem Feldspath der Fall ist. Namentlich die dichte und compacte, nicht poröse Georg I.-Lava enthält in ziemlich bedeutender Anzahl diese gelblichgrünen, scharfen Olivinkrystalle; oft sind in eigenthümlicher Weise gerade grosse, schwarze Magneteisenkörner daran geheftet. Wie in den Feldspathen, so finden sich auch in den Olivinen rundliche Einschlüsse der Glasmasse gewöhnlich mit einem Bläschen und dieselben treten mit ihrer Glasnatur namentlich in dünn durchgeschliffenen Olivinen bei der Betrachtung mit polarisirtem Licht hervor. Sie sind dann bei jeder Stellung der Nicols stets wie das den Olivinkrystall umgebende Glas gefärbt und stechen überaus schön und scharf gegen die anders gefärbte Krystallmasse ab. In einem Dünnschliff der Aphroessa-Lava beherbergt ein Olivin, 0,065 Mm. lang und breit, einen runden Glaseinschluss von 0,02 Durchmesser. In ganz derselben Weise enthalten auch die aus den künstlichen Hochofenschlacken sich ausscheidenden Olivinkrystalle mikroskopische Partikel der glasischen Schlackenmasse.

Dieselben langen und dünnen Krystallnadeln, welche, wie oben erwähnt, in den grösseren Feldspathkrystallen eingewachsen sind und welche mit denjenigen vollkommen übereinzustimmen

scheinen, die sich auch direct innerhalb der Glasgrundmasse ausgeschieden haben, zeigen sich gleichfalls in den Olivinkrystallen und werden namentlich im polarisirten Licht sehr deutlich erkannt.

Hinzugefügt sey hier noch, dass sehr schöne und scharf umrandete mikroskopische Olivinkrystalle, von denen man selbst mit der Loupe bei Betrachtung der ganzen Stücke nichts gewahrt, in Dünnschliffen isländischer Trachytechsteine erscheinen; sie enthalten überdiess dieselben Glaseinschlüsse, wie die Olivine der diessjährigen Nea-Kammeni-Laven. In einem Olivinkrystall von 0,24 Mm. Länge und 0,15 Mm. Breite in einem Pechstein aus Ostisland mass der eiförmige Glaseinschluss 0,055 Mm. in der Länge, 0,04 Mm. in der Breite, das darin befindliche runde Bläschen hatte 0,015 Mm. im Durchmesser.

So viel Olivin, sey es als einzelne Körner, sey es als körniges Aggregat, sey es als Olivinfels- oder Lherzolithbrocken, auch in den basaltischen Gesteinen und Laven mit Recht als praexistirender Bestandtheil oder als fremder Einschluss gilt, diese Olivin-Krystalle in den Laven sind offenbar aus der geschmolzenen Masse derselben direct ausgeschieden.

Von Quarz, Augit oder Hornblende, von denen man in den ganzen Stücken nichts gewahrt, ist auch in den Dünnschliffen keine Spur zu beobachten; es wäre übrigens auch das erstemal, dass sich Quarz, Augit oder Hornblende in einer natürlichen glasigen oder halbglasigen unzweifelhaften Erstarrungsmasse ausgeschieden hätte, während Augit bekanntlich nicht so selten künstlichen, zu Schlackenglas erstarrenden Schmelzflüssen herauskrystallisirt erhalten wird und in vollständig krystallinischen Laven ein häufiger Gemengtheil ist.

Die chemischen Analysen von vier dieser Gesteine (Aphroessa, Reka, Lava und Auswürfling von Georg I.), welche C. v. Hauer angestellt hat, stimmen sehr wohl unter einander überein; es schwankt darin: Kieselsäure von 66,62—67,35; Thonerde 13,72 bis 15,72; Eisenoxyduloxyd 1,94—2,75; Eisenoxydul 3,99—4,28; Kalk 3,40—3,99; Magnesia 0,96—1,16; Kali 1,65—3,04, Natron 3,79—5,04; Glühverlust 0,36—0,54. Die grosse Übereinstimmung in der mineralogischen Constitution findet also in den Resultaten der chemischen Untersuchungen diejenige Bestätigung,

welche man von solchen Bauschanalysen überhaupt erwarten darf. STACHE und C. v. HAUER sind geneigt, diese Gesteine den quarzführenden Augitandesiten (z. B. Gestein vom Guagapichincha) anzureihen, obschon sie selbst Augit darin nicht erkannten. Die mikroskopische Untersuchung findet keinen Quarz und keinen Augit, und Sanidin ist ohne Zweifel in Menge vorhanden. Man würde also nur mit Unrecht diese Gebilde als quarzführende Augitandesite bezeichnen. Auffallend ist das Vorherrschen des Natrons über das Kali, welches sich in allen vier Analysen zeigt, weil weder die Untersuchung der Handstücke noch die der Dünnschliffe viel triklinen Feldspath mit Sicherheit erkennen lassen. Über die Natur der mikroskopischen, nadelförmigen Krystalle, der eigentlichen und directen Producte der Entglasung, lässt sich aus den Analysen nichts Bestimmtes folgern; sie scheinen nach ihrem Aussehen und nach der Art und Weise ihres Vorkommens und ihrer Vertheilung in der Glasmasse etwas Anderes zu seyn, als der daneben in grösseren Krystallen ausgeschiedene Sanidin, wenn es auch nicht unwahrscheinlich ist, dass sie feldspathähnlicher Natur sind.

Fig. 1.

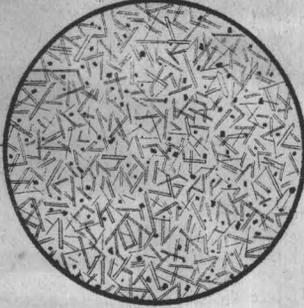


Fig. 2.

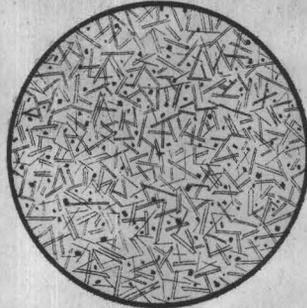


Fig. 3.



Fig. 4.

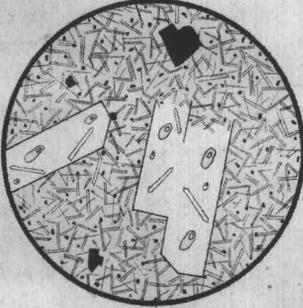


Fig. 5.

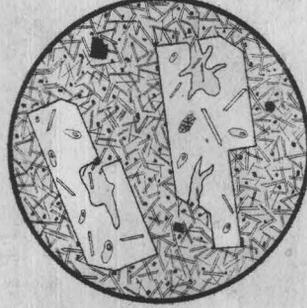


Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.

